

користування. Вип.2 (34). Ч.1. – Рівне: НУВГП, 2006. – С.172-178.

4.Ткачук О.А. Зміни робочих характеристик насосних агрегатів систем подачі і розподілу води // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво: Зб. наук. праць. Вип.30. – Рівне: НУВГП, 2005. – С.233-240.

5.Система подачи и распределения воды: А.с. 1691487 СССР, МКИ Е 03 В 7/04 / Хоружий П.Д., Ткачук А.А., Косинов В.П., Бандура А.К. №4691809/33; Заявл. 12.05.89; Опубл. 15.11.91. Бюл. №42.

6.Ткачук О. А. Районовані системи подачі і розподілу води // Вісник Укр. держ. академії водного господарства. Вип.1. Ч.2. – Рівне: УДАВГ, 1998. – С.232-235.

7.Ткачук М. А., Ткачук О. А. Впровадження енергозберігаючих технологій подачі води на Івано-Франківському водопроводі // Зб. доп. Міжнародного конгресу „ЕТЕВК-2003”. – Ялта, 2003. – С.187-190.

Отримано 02.10.2006

УДК 628.33

В.И.СОКОЛЬНИК, канд. техн. наук, В.Д.НЕДОРОСОЛ, канд. хим. наук,
С.Л.ЧИГАНОВ, В.Б.МАНУЙЛОВА

Запорожская государственная инженерная академия

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПРИТОКА СТОЧНЫХ ВОД НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СООРУЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЦОС-2 г.ЗАПОРОЖЬЯ

Анализируется работа сооружений механической очистки городских сточных вод при резком снижении притока, приводятся рекомендации по регулированию технологического процесса.

Эффективность работы очистных сооружений была исследована на примере центральных очистных сооружений канализации правобережной части г.Запорожья – ЦОС-2. Они введены в эксплуатацию в 1976-1978 гг. и имеют в своем составе такие сооружения механической очистки:

- решетки (3 рабочие, 2 резервные) 1200?2000 мм с прозорами 16 мм;
- две горизонтальные песколовки с размерами $L?B?H_p=18?6?1,0$ (м) каждая (одна из песколовки не оборудована механическими скребками, т.е. нерабочая);
- два первичных радиальных отстойника $D=40$ м с гидравлической глубиной 4 м и глубиной отстаивания 3,65 м.

В последние годы наблюдается крайняя неравномерность притока сточных вод на городские очистные сооружения с тенденцией к его уменьшению в целом по годам, по сезонам и по часам суток по сравнению с проектным. Проектная мощность составляет 110 000 м³/сут. Фактически, по сведениям эксплуатирующей службы, на очистные сооружения поступало в среднем за 2004 г. 80400 м³/сут. (3350 м³/ч)

сточных вод. Зарегистрированные минимальные и максимальные притоки соответственно составляли 39360 м³/сут. (1640 м³/ч) и 126624 м³/сут. (5276 м³/ч).

В результате снижения притока сооружения работают в нерасчетном режиме, что приводит к снижению эффективности очистки стоков. С целью разработки рекомендаций по оперативному управлению работой сооружений проанализировано влияние притока сточных вод и исходного содержания взвешенных веществ на эффективность их работы.

Исследования производили по методике оценки технологической эффективности работы городских очистных сооружений, утвержденной приказом Госстроя Украины №39 от 19.02.1997 г. [1].

Решетки

Основным параметром, влияющим на работу решетки, является скорость в подводящем канале и в прозорах решетки. По известным формулам [2, 5] определены скорости воды в прозорах решетки и скорости в подводящем канале перед решеткой при среднем, максимальном, минимальном расходе сточных вод. Полученные данные сведены в табл.1.

Таблица 1 – Основные технологические параметры работы решеток

Режим притока сточных вод	Количество рабочих решеток, шт.	Расход в подводящем канале, м ³ /ч	Наполнение канала, м	Скорость в канале перед решеткой, м/с	Скорость в прозорах решетки, м/с
Минимальный	3	546,67	0,25	0,45	0,73
	2	820,00	0,34	0,53	0,8
	1	1640,00	0,54	0,63	1,01
Средний	3	1116,70	0,44	0,59	0,84
	2	1675,00	0,55	0,64	1,02
	1	3350,00	0,95	0,75	1,17
Максимальный	3	1758,67	0,57	0,65	1,04
	2	2638,00	0,78	0,72	1,12
	1	5276,00	1,32	0,82	1,33

Согласно [3, 4], во избежание выпадения загрязнений перед решеткой скорость сточной жидкости в подводящем канале должна быть не менее 0,4 м/с при минимальном расходе, а скорость прохода через решетки из условий непродавливания отбросов рекомендуется поддерживать 0,8-1,0 м/с. Для поддержания необходимой скорости производительность одного канала должна быть в пределах 0,2-0,4 м³/с.

Исходя из этих условий и на основании выполненных расчетов, рекомендуется отключать одну решетку в часы минимального и сред-

него поступления сточных вод, а в часы максимального притока включать в работу все три.

Песколовки

При технологически эффективной работе песколовки количество задержанного песка фракций 0,25 мм и более должно составлять не менее 70%, зольность песка – не менее 65-70%, а содержание песка в осадке первичных отстойников не должно превышать 8%. Согласно [3] скорость должна быть отрегулирована в пределах 0,15-0,3 м/с. При скоростях протока выше 0,3 м/с выносятся частицы песка, а при скорости менее 0,15 м/с в песколовке задерживается часть органического осадка.

Размеры песколовки обеспечивают минимально допустимую скорость движения (0,15 м/с) сточных вод в часы среднего притока сточных вод (3350 м³/ч). В часы минимального притока скорость гораздо ниже минимально допустимой, что приводит к выпадению осадка с органическими веществами. Эффекты очистки сточных вод в песколовке при максимальной, минимальной и средней концентрации взвешенных веществ рассчитаны по [3] и сведены в табл.2.

Несмотря на то, что при минимальном притоке продолжительность движения сточных вод в песколовке не менее нормы (30 с) и высокий эффект очистки, работу песколовки нельзя считать удовлетворительной, так как кроме песка в ней задерживаются и органические вещества.

Технологический контроль за работой песколовки сводится не только к определению концентрации взвешенных веществ после песколовки и количества задержанного песка, но и к определению его качества, которое оценивается по влажности, зольности и содержанию "чистого" песка.

Два показателя – зольность и содержание песка – обычно очень близки и отличаются не более чем на 8-12%. Всегда выше величина зольности, поскольку ею учитывается минеральная часть крупных примесей. Чем меньше отличаются эти показатели друг от друга, тем эффективнее работает песколовка по качеству задерживаемого песка; большая разница между величинами показывает, что песколовка задерживает крупные органические отбросы. В удовлетворительно работающих сооружениях зольность осадка достигает 65-85%, содержание песка 55-60%, влажность 60-70%.

Сравнивая расчетные и фактические показатели работы песколовки на ЦОС-2 (табл.3) можно сделать вывод, что фактический эффект очистки в песколовке для каждого случая ниже, чем расчетный. Также в табл.3 внесены зольность и содержание песка в осадке песко-

Таблица 2 – Эффект очистки сточных вод в песколовке при максимальной, минимальной и средней концентрации взвешенных веществ

Расход сточных вод, м ³ /ч	Скорость движения, м/с	Гидравлическая крупность осаждаемых частиц, мм/с	Время протекания, с	Эффект очистки в песколовке, %	Концентрация взвешенных веществ перед песколовкой, мг/лм ³		Концентрация взвешенных веществ после песколовки, мг/лм ³		Концентрация взвешенных веществ перед песколовкой, мг/лм ³		Концентрация взвешенных веществ после песколовки, мг/лм ³	
При среднесуточном поступлении на очистные сооружения $Q_{ср.сут.} = 80400 \text{ м}^3 / \text{сут}$												
3350	0,16	15,11	112,5	91,7	140	11,29	160	12,72	190	15,11	190	12,72
5276	0,24	22,6	75	85,86	140	20,50	160	23,21	190	27,56	190	23,21
1640	0,076	7,17	236	98,7	140	0,19	160	1,96	190	2,33	190	1,96
При среднесуточном поступлении на очистные сооружения $Q_{ср.сут.}^A = 45097 \text{ м}^3 / \text{сут}$ (при аварии)												
1879	0,087	8,21	206	97,8	140	3,08	160	3,52	190	4,18	190	3,52
2638	0,12	11,3	150	94,9	140	7,14	160	8,16	190	9,69	190	8,16
922	0,042	3,96	428	99,4	140	0,84	160	0,96	190	1,14	190	0,96

ЛОВОК для каждого случая.

Таблица 3 – Технологические параметры работы песколовки

Режим	Расход сточных вод, м ³ /ч	Скорость движения, м/с	Расчетный эффект очистки в песколовке, %	Фактический эффект очистки в песколовке, %	Зольность осадка, песколовки, %	Содержание песка в осадке, %	Содержание песка в в осадке первичного отстойника, %
При среднесуточном расходе $Q_{\text{ср.сут.}} = 80400 \text{ м}^3/\text{сут.}$							
Минимальный	1640	0,076	98,7	91,8	40,6	32,8	6,0
Средний	3350	0,16	91,7	81,63	58,0	51,1	9,0
Максимальный	5276	0,24	85,86	72,21	65,0	58,0	10,8
При среднесуточном расходе $Q_{\text{ср.сут.}} = 45097 \text{ м}^3/\text{сут.}$ (авария)							
Минимальный	922	0,042	99,4	93,51	33,0	25,0	4,5
Средний	1879	0,087	97,8	90,48	43,3	36,0	7,0
Максимальный	2638	0,12	94,9	86,8	50,0	43,8	8,2

На основании анализа данных табл.3 был построен график зависимости эффекта очистки в песколовке, зольности и содержания песка в осадке от скорости движения сточной воды в песколовке (рис.1).

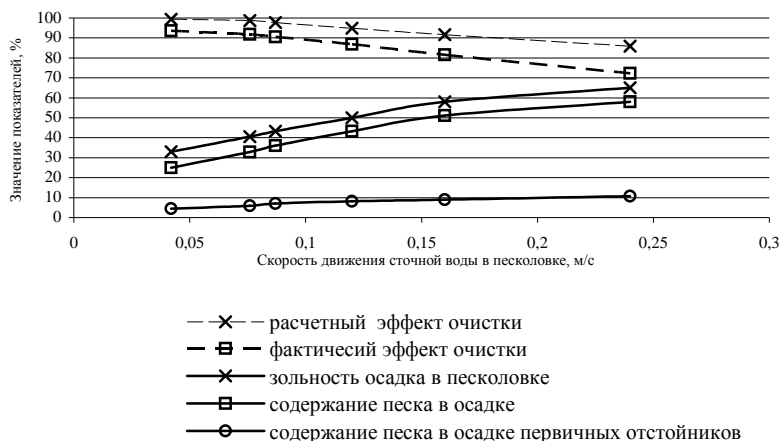


Рис.1 – Зависимость эффекта очистки в песколовке, зольности и содержания песка в осадке от скорости движения очищаемой сточной воды в песколовке

Из графика видно, что при скоростях движения сточных вод в

данной песколовке менее 0,15 м/с значение зольности осадка и содержание песка характеризуют работу песколовки как неудовлетворительную: кроме песка и других минеральных примесей, выпадает большое количество органических взвесей.

Учитывая, что в настоящее время эксплуатируется только одна песколовка, единственной возможностью влиять на ее работу является устройство регулируемого водослива.

Первичные отстойники

Эффект осаждения в первичных отстойниках зависит в основном от исходного содержания взвешенных и оседающих веществ, их соотношения, продолжительности отстаивания, температуры сточных вод, конструктивных особенностей сооружения.

Данные, рассчитанные по [3] для различных режимов и количества рабочих отстойников, сведены в табл.4.

Таблица 4 – Технологические параметры работы первичных отстойников

Режим расхода сточных вод	Количество рабочих отстойников	Производительность отстойника, м ³ /ч	Гидравлическая крупность задерживаемых частиц, мм/с	Продолжительность отстаивания, в лабораторном цилиндре		Расчетное время осветления в отстойнике	
				с	ч	с	ч
Минимальный	1	1640	0,438	2498	0,69	4536	1,26
	2	820	0,195	4977	1,38	9036	2,51
Средний	1	3350	0,942	1229	0,34	2232	0,62
	2	1675	0,45	2439	0,68	4428	1,23
Максимальный	1	5276	1,528	773	0,21	1404	0,39
	2	2638	0,739	1547	0,43	2808	0,78

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что при условии работы двух отстойников и максимальной нагрузки эффект осветления может составлять 44-50% в зависимости от исходной концентрации взвешенных веществ. При этом средняя продолжительность отстаивания составит 1,23 ч. При условии работы одного отстойника и максимальной нагрузки эффект осветления уменьшается до 27-32% в зависимости от исходной концентрации взвешенных веществ, что в принципе допустимо в аварийных условиях. При этом средняя продолжительность отстаивания составит 0,6 ч.

В случае резкого снижения притока сточных вод до 45096 м³/сут. требуемый эффект осветления 44-50% обеспечивается при работе од-

ного отстойника, поэтому включать в работу два отстойника нецелесообразно.

Эффект осветления в отстойнике зависит не только от продолжительности отстаивания, но и от исходного содержания взвесей в сточной воде.

Пользуясь [3, табл.30], были построены кривые кинетики осветления воды в зависимости от продолжительности отстаивания и содержания взвесей в сточной воде поступающей на очистные сооружения (рис.2).

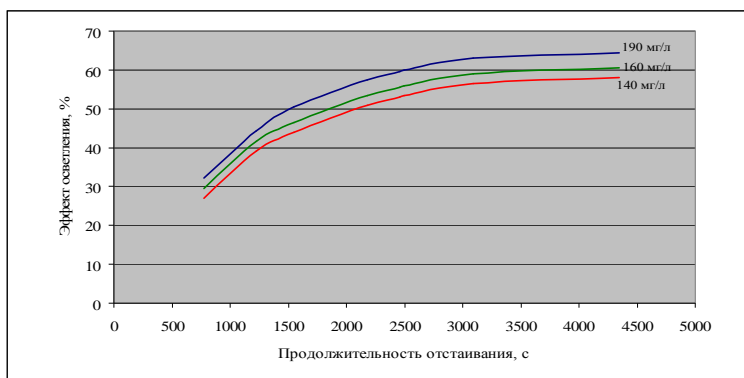


Рис.2 – Зависимости эффекта осветления от продолжительности отстаивания и содержания взвесей в сточной воде поступающей на ЦОС-2

Эту зависимость можно приближенно представить некоторой эмпирической формулой $\mathcal{E} = f(t, C)$. В результате математической обработки получена формула, которая является моделью зависимости эффекта осветления от двух переменных:

$$Y = \frac{t}{2374,6 / \tilde{N} + 0,5501 + 0,01175t},$$

где t – продолжительность отстаивания, с; C – концентрации взвешенных веществ поступающих на очистные сооружения, мг/дм³.

Формула дает возможность прогнозировать эффект осветления в первичных отстойниках в зависимости от времени отстаивания и исходной концентрации взвешенных веществ, что позволяет своевременно регулировать технологический процесс.

Для повышения эффективности работы сооружений механической очистки необходимо регулировать технологические параметры процесса на каждом этапе: включать в работу только необходимое ко-

личество решеток, регулировать рабочую глубину песколовок и количество включенных в работу отстойников.

1.Методика оценки технологической эффективности работы городских очистных сооружений канализации. – М.: Стройиздат, 1987. – 16 с.

2.Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н.Павловского. – М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.

3.СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 72 с.

4.Правила технической эксплуатации. Систем водоснабжения и канализации населенных пунктов Украины. – К., 1995. – 148 с.

5.Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.

Получено 05.11.2006

УДК 628.345

Г.И.БЛАГОДАРНАЯ, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОСВЕТЛЯЕМОЙ ВОДЫ НА ЕЕ КАНЦЕРОГЕННОСТЬ

Приводятся исследования, показывающие, что существенное влияние на канцерогенность оказывает содержание в исходной воде органических загрязнений, температура воды, рН воды.

Органический состав природных вод формируется при участии почвенного и торфяного гумуса, планктона, высшей водной растительности, животных организмов, а также органических веществ, вносимых в водоемы в связи с развитием городских поселений, промышленности и сельского хозяйства.

Чаше других органических веществ в природных водах встречаются гумусовые соединения, фенолы, углеводороды, поверхностно-активные вещества, реже встречаются красители, спирты, эфиры, альдегиды и кетоны.

Присутствие в воде этих соединений ухудшает ее органолептические показатели, обуславливает высокую цветность, ухудшение вкуса и запаха, повышенную вспениваемость и отрицательное действие на организм человека.

Согласно данным [1-3], вода основных открытых источников Украины содержит значительное содержание органических соединений природного происхождения. Более 80% этих веществ составляют соли гуминовых и фульвокислот, в небольшом количестве присутствуют практически все классы органических соединений. В 1987 г. опубли-